

# Experimentesammlung der Biologie

---

für Lehrkräfte

iGEM

TEAM 2016 | RWTH AACHEN

## Inhaltsverzeichnis

1	Verdünnungsreihe .....	6
1.1	Theorie.....	6
1.2	Material .....	7
1.3	Durchführung .....	8
1.4	Mögliche Auswertung .....	8
2	DNA Isolation .....	9
2.1	Theorie.....	9
2.2	Material .....	9
2.3	Durchführung .....	10
2.4	Mögliche Auswertung .....	11
3	Hefetoximeter .....	12
3.1	Theorie.....	12
3.2	Material .....	12
3.3	Durchführung .....	13
3.4	Mögliche Auswertung .....	14
4	Bodenproben .....	15
4.1	Theorie.....	15
4.2	Material .....	15
4.3	Durchführung .....	15
4.4	Mögliche Auswertung .....	16
5	Kreidechromatographie .....	18
5.1	Theorie.....	18
5.2	Material .....	19
5.3	Durchführung .....	19
5.4	Mögliche Auswertung .....	20
6	Bunte Tulpen.....	21
6.1	Theorie.....	21
6.2	Material .....	21
6.3	Durchführung .....	21
6.4	Mögliche Auswertung .....	22
7	Heuaufguss (in manchen Schulen verboten) .....	23
7.1	Theorie.....	23
7.2	Material .....	23
7.3	Durchführung .....	24
7.4	Mögliche Auswertung .....	24
8	Flaschengarten.....	26
8.1	Theorie.....	26

8.2	Material .....	26
8.3	Durchführung .....	26
8.4	Mögliche Auswertung .....	27
9	Denaturierung.....	28
9.1	Theorie.....	28
9.2	Material .....	28
9.3	Durchführung .....	28
9.4	Mögliche Auswertung .....	29
10	Eierschale .....	30
10.1	Theorie.....	30
10.2	Material .....	30
10.3	Durchführung .....	30
10.4	Mögliche Auswertung .....	30
11	Eigenschaften der Katalase in Abhängigkeit vom pH-Wert .....	32
11.1	Theorie.....	32
11.2	Material .....	33
11.3	Durchführung .....	33
11.4	Mögliche Auswertung .....	33
12	Eigenschaften der Amylase in Abhängigkeit von der Temperatur .....	35
12.1	Theorie.....	35
12.2	Material .....	35
12.3	Durchführung .....	35
12.4	Mögliche Auswertung .....	36
13	Anhang.....	37
13.1	Sicherheitsaspekte: .....	37
13.2	Kontakt .....	47
13.3	Mitglieder des Teams 2016 .....	47

## Vorwort

Liebe Lehrer/ Liebe Lehrerinnen,

wir sind das iGEM Team 2016 der Rheinisch Westfälisch Technischen Hochschule Aachen. iGEM steht für „international Genetically Engineered Machine“ und ist ein weltweiter Wettbewerb, bei dem Studentengruppen im Rahmen der synthetischen Biologie, Projekte selbst planen, finanzieren und durchführen.



**Abbildung 1: Teamfoto des iGEM Teams Aachen 2016 der RWTH**

Unser Projekt beschäftigt sich mit alternativen Möglichkeiten, Enzyme (genauer gesagt Proteasen) zu inhibieren. Daran arbeiten insgesamt 16 Studierende der Fachrichtungen Biologie, Biotechnologie, Informatik und Biomedical Engineering. Unterstützt werden wir vom biotechnologischen Institut von Prof. Dr. Schwaneberg und vom mikrobiologischen Institut von Prof. Dr. Blank. Wie auch vergangene iGEM Teams der RWTH Aachen, ist das Team des Jahres 2016 ebenfalls sehr international und setzt sich aus Mitgliedern aus Deutschland, China und Indien zusammen. Für das Projekt ist sowohl eine gute Vorbereitung, viel Organisationsarbeit und die Arbeit im Labor entscheidend.

Jedoch ist uns auch die Kommunikation mit der Öffentlichkeit sehr wichtig, um den Menschen die synthetische Biologie näher zu bringen. Dabei wollen wir die Biologie, Mikrobiologie und das biologische Arbeiten weiter in der Öffentlichkeit verbreiten. Da jedoch teure Maschinen und biologische Komponenten in der Schule oft Mangelware sind, wollten wir trotzdem ein System entwickeln, um interessante und lehrreiche Methoden in Schulen zu etablieren. Diese sollen den Schülern die Biologie, die Biotechnologie und mikrobiologisches Arbeiten besser verdeutlichen. Dazu wollten wir als iGEM Team Aachen ein Experimentebuch

zusammenstellen, in dem kleine und zeitlich begrenzte Versuche enthalten sind, welche den Schülern und Schülerinnen einen Einblick in die Biologie geben sollen. Dabei lag ein besonderer Fokus unseres Teams darauf, dass so gut wie alle Materialien in der Schule erhältlich oder ohne großen Aufwand zu beschaffen sind. Auf teure Materialien, Enzyme oder Techniken wollten wir verzichten, um diese Experimente an möglichst vielen Schulen umsetzen zu können. Dabei wollen wir jedoch auch betonen, dass sich jede Lehrkraft individuell an der jeweiligen Schule informieren muss, ob der jeweilige Versuch an seiner Schule durchgeführt werden darf. Darüber hinaus übernehmen wir für bei den Versuchen auftretenden Schäden keine Haftung.

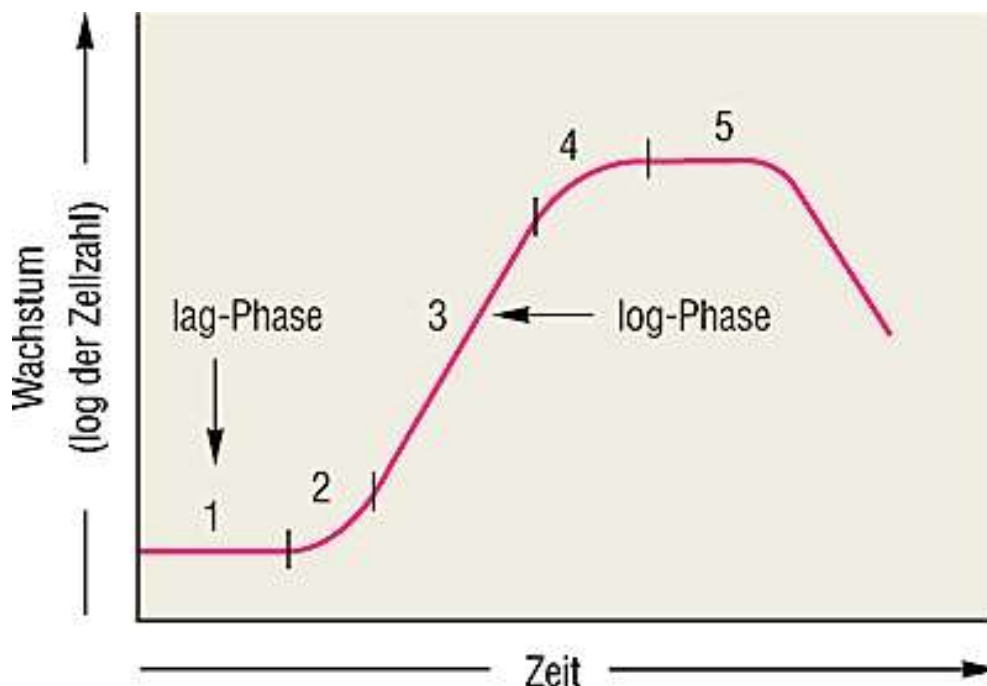
Wir hoffen dieses Buch gefällt Ihnen und Ihren Kollegen. Bei Verbesserungen oder anderen Vorschlägen, wenden Sie sich bitte an die im Anhang angegebene Adresse.

Wir wünschen viel Spaß beim Experimentieren!

# 1 Verdünnungsreihe

## 1.1 Theorie

Das Wachstum von Mikroorganismen entspricht in der Regel einer typischen Wachstumskurve, die in verschiedene Phasen unterteilt und in Abbildung 1 dargestellt wird. So kommt es beim Animpfen eines frischen Mediums zunächst zu einer sogenannten lag-Phase (Abbildung 1, Kennzeichnung 1). In dieser Phase passen sich die Organismen an die neuen Bedingungen an, weshalb es dort zu keinem Wachstum kommt. Jedoch werden die Transkriptions-, Translations- und Wachstumsmaschinerie für die weitere Entwicklung und für das zukünftige Wachstum vorbereitet. Danach kommt es im Anschluss der kurzen Beschleunigungs-Phase (Abb. 1, Kennzeichnung 2) zu der Phase des exponentiellen Wachstums (Abb. 1, Kennzeichnung 3), welche auch log-Phase genannt wird. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass die Zunahme der Zellzahl proportional zur vorhandenen Zellzahl ist. Daraufhin kommt es zur stationären Phase (Abb. 1, Kennzeichnung 4), in der sich das Wachstum der Mikroorganismen einstellt, da sich schädliche Stoffwechselprodukte ansammeln und die für das Wachstum essentiellen Nährstoffe verbraucht wurden. In dieser Phase werden häufig die gewünschten biotechnologischen/ biologischen Produkte gewonnen. Anschließend kann eine sogenannte Absterbe-Phase (Abb. 1, Kennzeichnung 5) beobachtet werden. In dieser Phase nimmt die Zahl der Organismen durch die entstandenen schädlichen Stoffwechselprodukte ab.



**Abbildung 2: typische Wachstumskurve von Mikroorganismen**

1: lag-Phase, 2: Beschleunigungs-Phase, 3: log-Phase, 4: stationäre Phase, 5: Absterbe-Phase

In diesem Experiment wird der Fokus vor allem auf die log-Phase gelegt, welche auch exponentielle Phase genannt wird. Zu diesem Zeitpunkt kann das Wachstum durch die folgende Gleichung beschrieben werden:

**Formel 1.1: Berechnung des Wachstums der exponentiellen Phase** mit  $N_t$  als Biomasse zum Zeitpunkt  $t$  ( $N_0$ : Biomasse bei  $t=0$ ) und  $\mu$  als Wachstumsrate

$$\frac{dN(t)}{dt} = \mu * N(t) \quad \text{daraus folgt:} \quad \ln N(t) = \ln N(0) + \mu * t$$

Dabei steht  $N(0)$  für die Biomasse zu Beginn der exponentiellen Phase ( $t=0$ ),  $N(t)$  für die Zellzahl zum Zeitpunkt  $t$  und  $\mu$  für die Wachstumsrate. Bei bekannter Biomasse zum Zeitpunkt 0 und  $t$ , kann die Wachstumsrate  $\mu$  mit Hilfe der umgeformten Formel 1.1 ermittelt werden:

**Formel 1.2: Bestimmung der Wachstumsrate  $\mu$  durch Umformung der Formel 1.1**

$$\begin{aligned} \ln N(t) &= \ln N(0) + \mu * t \\ \Leftrightarrow \ln N(t) - \ln N(0) &= \mu * t \\ \Leftrightarrow \ln \left( \frac{N(t)}{N(0)} \right) &= \mu * t \\ \Leftrightarrow \mu &= \frac{\ln \left( \frac{N_t}{N_0} \right)}{t} \end{aligned}$$

Die Verdopplungszeit gibt die Zeit an, die ein Organismus braucht, um seine Biomasse zu verdoppeln. Diese kann durch eine Umformung der Formel 1.1 ebenfalls bestimmt werden, indem man  $N(t) = 2 * N(0)$  einsetzt und bei bekannter Wachstumsrate  $\mu$  nach  $t$  auflöst:

**Formel 2.3: Bestimmung der Verdopplungszeit  $t_d$  durch Umformung der Formel 1.1**

$$\begin{aligned} \ln(2 * N(0)) &= \ln N(0) + \mu * t_d \\ \Leftrightarrow \ln(2 * N(0)) - \ln N(0) &= \mu * t_d \\ \Leftrightarrow \ln \left( \frac{2 * N(0)}{N(0)} \right) &= \mu * t_d \\ \Leftrightarrow \ln(2) &= \mu * t_d \\ \Leftrightarrow t_d &= \frac{\ln(2)}{\mu} \end{aligned}$$

Einige Verdopplungszeiten wurden bereits bestimmt und sind in der Biologie allgemein bekannt. So braucht *Escherichia coli* bei Idealbedingungen etwa 20 Minuten für die vollständige Verdopplung und Hefen benötigen etwa zwei bis dreieinhalb Stunden.

## 1.2 Material

Mikroorganismus	<i>Escherichia coli</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Material	Yep Platten Eppis mit 0,9%ige NaCl Lösung Pipetten Pipettenspitzen Drigalskispatel Impföse Medien Backhefe

### 1.3 Durchführung

Zu Beginn des Versuches kann ein Organismus wie *Saccharomyces cerevisiae* oder *Escherichia coli* genutzt werden. *Saccharomyces cerevisiae* kann zum Beispiel aus einer Packung Bäckerhefe gewonnen werden. Dies stellt den Beginn des Versuches dar. Es wird eine 0,1g Probe mit einer Impföse entnommen und in ein Eppi mit 0,9 ml NaCl gegeben. Diese Suspension wird dann vermischt. Dies stellt die erste Verdünnung der Verdünnungsreihe  $t_0$  dar. Aus der vorher erstellten Verdünnung werden nach dem Vermischen wiederum 0,1ml mithilfe der Pipette entnommen und in das nächste Eppi mit 0,9 ml NaCl pipettiert. Hierdurch wird eine Verdünnung von 1:10 erreicht. Die Probe vom Zeitpunkt  $t_0$  wird durch dieses Verfahren immer weiter verdünnt, zum Beispiel bis zu einer Verdünnung von  $10^{-5}$ . Dazu werden 0,1 ml der Verdünnung 1:10 in ein weiteres Eppi mit 0,9 ml NaCl gegeben. Dadurch wird eine Verdünnung von 1:100 erreicht. Dieser Vorgang wird für weitere Verdünnungen wiederholt. Während des Versuches werden 0,1 ml der beiden höchsten Verdünnungen auf je 1 YEP Platte mit Hilfe eines sterilen Drigalskispatels plattiert. Die erhaltenen Platten werden bei 30°C (Hefe) oder 37°C (Bakterien) inkubiert. Die Ergebnisse können meistens am nächsten Tag beobachtet werden.

### 1.4 Mögliche Auswertung

Die mögliche Auswertung richtet sich vor allem nach der Anzahl der Kolonien, die bei den verschiedenen Platten beobachtet werden kann. Dabei kann anhand der vorher aufgeführten Formel und durch die Einberechnung der Verdünnung die Zellzahl zu Beginn, die Wachstumsrate oder die Zellzahl zu einem anderen Zeitpunkt bestimmt werden. Die Grundlage der Berechnung stellt in den meisten Fällen die Auszählung der Kolonien auf den verschiedenen Platten dar.



## 2 DNA Isolation

### 2.1 Theorie

Die DNA stellt das genetische Grundmaterial jedes Organismus da. Sie ist als Genotyp die Basis für die phänotypischen Ausprägungen von Merkmalen. Dabei weist die DNA jedes Menschen gewisse Unterschiede und Merkmale auf, die ihn von anderen abgrenzen. Dies macht man sich bei vielen Sachverhalten zu nutze. So werden bei der Polizeiarbeit Täter anhand ihrer DNA am Tatort überführt. Die DNA (engl. Deoxyribonucleic acid) ist auch unser Erbmateriale und somit in jeder einzelnen Zelle unseres Körpers enthalten. Dabei fungiert sie vorrangig als Bauplan, denn die Informationen, die auf der DNA codiert sind, werden in die RNA transkribiert und dann mit Hilfe der Zellmaschinerie als Proteine translatiert. Die Proteine sind verantwortlich für die verschiedenen Funktionen und Ausprägungen, welchen den Menschen ausmachen und das Leben ermöglichen. Deshalb werden in vielen Fällen Proteine auch als „Arbeitstiere“ der Zelle bezeichnet. Doch wie kann man an diese DNA gelangen? Ein Versuch mit Tomaten soll dies auf einfache Weise verdeutlichen.

### 2.2 Material

Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 große Tomate</li><li>• 3g Kochsalz</li><li>• 10 ml Spülmittel</li><li>• 90ml Wasser</li><li>• 4-5 Tropfen flüssiges Waschmittel</li><li>• 1 Thermometer</li><li>• 20 ml eiskalten Spiritus</li><li>• Eis</li><li>• 1 langer Löffel</li><li>• 2 große Bechergläser, 1 mittelgroßes Becherglas, 1 kleines Becherglas</li><li>• 1 Küchenmesser</li><li>• 1 Schneidebrettchen</li><li>• 1 Pürierstab</li><li>• Herd</li><li>• 1 Kaffeefilter</li><li>• 1 schmales Glas</li><li>• 1 Schaschlikspieß</li></ul>
----------	--

## 2.3 Durchführung

1. 3g Kochsalz & 10 ml Spülmittel in das mittelgroße Becherglas geben und mit Wasser auf 100 ml auffüllen. Die Lösung mit dem Löffel solange umrühren, bis das Salz vollständig aufgelöst ist
2. Die Tomate wird in kleine Würfel geschnitten, daraufhin die Würfel in die spülmittelhaltige Salzlösung geben und erneut umrühren.
3. Das Becherglas mit den Tomatenstücken und der spülmittelhaltigen Salzlösung für ca. 15 min in ein 60°C Wasserbad stellen und gelegentlich umrühren. Die Erwärmung hat positive Aspekte auf den Lösungsvorgang.
4. Tomatenzellen werden für ca. 5 Sekunden mit dem Pürierstab zerkleinert. Dadurch wird die DNA nun endgültig aus den Tomatenzellen freigesetzt. Bei zu langem Mixen wird die DNA durch die herrschenden mechanischen Kräfte zerstört. Also nur 5 Sekunden mixen
5. Das Becherglas aus dem Wasserbad nehmen und in einem Eisbad auf Raumtemperatur abkühlen lassen.
6. Die Mischung durch einen Kaffeefilter gießen und das Filtrat in einem kleinen Becherglas auffangen. Durch die Filtration werden die großen Bestandteile der Suspension von der DNA abgetrennt.
7. Zu 10ml des Filtrates werden ca. 4 Tropfen Flüssigwaschmittel geben und vorsichtig geschüttelt.
8. Das Tomatenfiltrat nach 5 min mit 20ml eiskaltem Ethanol oder Spiritus überdecken. DNA ist in eiskaltem Ethanol oder Spiritus unlöslich und fällt deshalb an der Phasengrenzen in langen gallertartigen Fäden aus.
9. Mit dem Schaschlikspieß kann die ausgefallene DNA aus der Phasengrenze herausgezogen und betrachtet werden.



Abbildung 3: Ausgefallene DNA an der Phasengrenze

## 2.4 Mögliche Auswertung

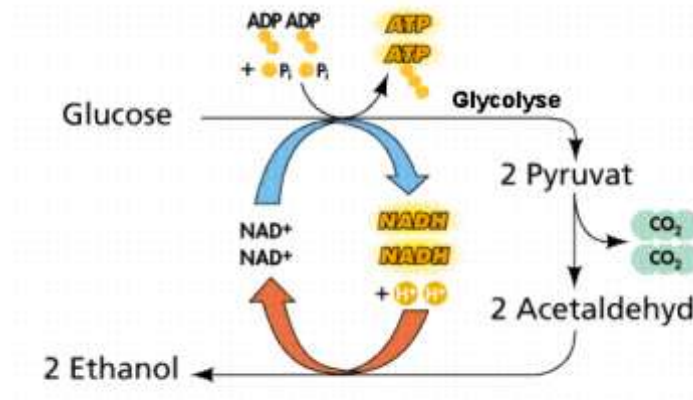
Mögliche Auswertungsaspekte dieses Versuchs sind die verschiedenen durchgeführten Schritte und ihre Bedeutung:

- Die Verwendung von Spülmittel → Spülmittel enthalten Tenside, die aufgrund ihrer chemischen Struktur Lipide lösen. Dadurch werden die Zellwände und Zellmembranen der Tomatenzelle zerstört. So kann die DNA aus der Zelle austreten. Salze verstärken diesen Effekt nochmals.
- Erwärmung im Wasserbad → Die Erwärmung beschleunigt die DNA Freisetzung aus den Tomatenzellen. Außerdem werden Enzyme durch die Erwärmung zerstört, die die DNA abbauen können (sog. DNAsen)
- Eisbad → Die Kühlung im Eisbad hat den einfachen Grund, dass hohe Temperaturen den Zerfall der DNA beschleunigen können. Deshalb ist es wichtig die Probe zu kühlen.
- Verwendung von Waschmittel → Waschmittel enthalten das Protein abbauende Enzym Protease. Dadurch können die Proteine im Filtrat zerstört werden.

### 3 Hefetoximeter

#### 3.1 Theorie

Bei dem Hefetoximeter macht man sich die Stoffwechseleigenschaften der Hefe zu Nutze. Dies ist ein Organismus, der unter anaeroben Bedingungen zur Gärung fähig ist. Die bekannteste Art der Gärung, die dabei durchgeführt wird, ist die alkoholische Gärung. Dabei wird Glucose über Pyruvat und Acetaldehyd zu Ethanol umgewandelt. Dies ist das alkoholische Endprodukt der Gärung und wird für viele Prozesse innerhalb des Organismus weiter verwendet.



**Abbildung 4** Schema der alkoholischen Gärung in Hefe

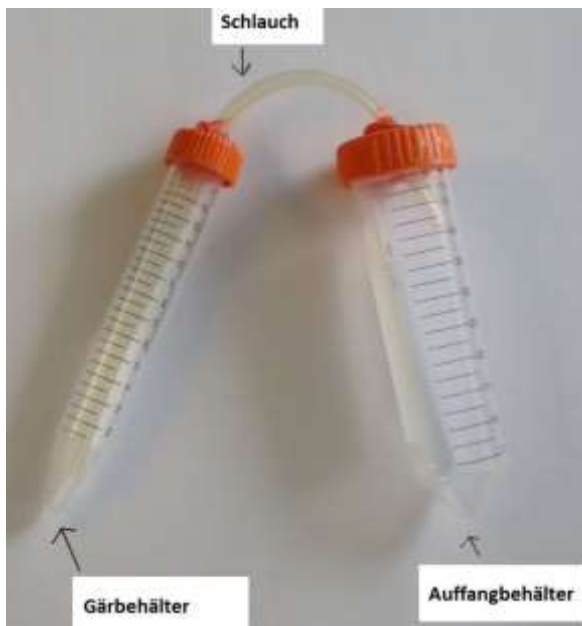
Bei der Hefe gibt es jedoch mehrere verschiedene Gärungstypen, welche sich durch den Reaktionsablauf und die Endprodukte unterscheiden. Dabei sind die auftretenden Gärungstypen vom Organismus, dem Substrat und den vorhandenen Reaktionsbedingungen abhängig. Wie in dem Reaktionsschema aufgeführt, entsteht bei der Gärung von Hefe CO<sub>2</sub>. In Abhängigkeit von den Reaktionsbedingungen und den Lebensbedingungen der Hefe entsteht mehr oder weniger CO<sub>2</sub>. Bei einem effizient verlaufenden Stoffwechsel entsteht mehr CO<sub>2</sub>, bei Stoffwechselstörungen entsteht weniger CO<sub>2</sub>. Das heißt anhand der entstehenden CO<sub>2</sub> Menge, kann auf die Stoffwechselleistung des Organismus geschlossen werden. Durch das entstehende CO<sub>2</sub> findet in dem Reaktionsgefäß eine Druckänderung statt, welche dazu führt, dass Flüssigkeit in das andere Röhrchen übertragen wird. Dies steht in direktem Zusammenhang mit der entstehenden CO<sub>2</sub> Menge.

#### 3.2 Material

Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 Päckchen Hefe</li><li>• 2 Teelöffel Haushaltszucker</li><li>• Wasser</li><li>• Zitronenkonzentrat 0,5 ml</li><li>• Essig 0,5 ml</li><li>• Knoblauch ¼ zerstampfte Zehe</li><li>• Chlorreiniger 1 Tropfen</li><li>• Ständer Wasserbäder</li></ul>
----------	--

### **Anmerkung zum Hefetoximeter:**

Das Hefetoximeter kann käuflich erworben oder selber mit einfachen Mitteln zusammengebaut werden. Dabei kann eine Orientierung an bereits existierenden Geräten der Chemie stattfinden. Dazu benötigt man lediglich einige zusätzliche Abdichtungen. Ein besonderer Fokus muss auf der gasdichten Ausführung des Gerätes liegen.



**Abbildung 5 :** Abbildung eines Hefetoximeters mit den jeweiligen Bestandteilen

### **3.3 Durchführung**

1. Der erste Teil beginnt mit der Vorbereitung des Versuches. Dabei werden zunächst 2 TL Zucker in 80 ml lauwarmen Wasser gelöst. Dieser Stock(Ansatz) kann für viele verschiedene Proben verwendet werden. Daraufhin wird ein halbes Päckchen Hefe in 13 ml der warmen Lösung gegeben. Diese Lösung wird in den kleineren der beiden Falcons gegeben, den sogenannten Gärbehälter. Dies stellt den ersten Probenansatz da.
2. Für den zweiten Teil des Versuches werden 6 verschiedene Hefetoximeter benötigt. Eine Probe bleibt ohne Zusätze als Kontrollinstanz. Zu den anderen 5 Probenansätzen werden jeweils die angegebenen Mengen einer Chemikalien zugegeben.
  - 1) 0,5 ml Zitronensaft
  - 2) 1 Tropfen Chlorreiniger
  - 3) 0,5 ml Essig
  - 4) Knoblauchsuspension
  - 5) Speisesalz
3. Hefetoximeter in ein 37-40°C warmes Wasserbad geben und einige Zeit in dem Wasserbad belassen (empfohlen wird mind. 1h).

### **3.4 Mögliche Auswertung**

Bei der Auswertung des Versuches geht es vor allem darum, die Stoffwechselleistung des Organismus zu bewerten und zu beurteilen. Dies ist anhand der Menge der Flüssigkeit möglich, welche vom Gärbehälter im Zuge der Druckänderung in den Auffangbehälter übergelaufen ist. Dies hängt von der gebildeten Menge  $\text{CO}_2$  ab. Je mehr  $\text{CO}_2$  gebildet wurde, desto mehr Flüssigkeit ist am Ende des Versuches in dem Auffangbehälter vorhanden. Anhand dieses Verfahrens kann man den Einfluss der verschiedenen Substanzen auf die Stoffwechselleistung beurteilen. Wenn der jeweilige Stoff einen positiven Einfluss auf die Stoffwechselleistung des Organismus haben sollte, kann mehr Flüssigkeit in dem Auffangbehälter vorgefunden werden. Wenn der Stoff einen negativen Einfluss auf den Stoffwechsel hat, kann man weniger Flüssigkeit in Falcon Nummer 2 entdecken. Dies soll für die jeweiligen Stoffe beurteilt und weiter analysiert werden. Im Folgenden sollen die Schüler untersuchen, warum sich die jeweilige Chemikalie entweder negativ oder positiv auf die Stoffwechselleistung des jeweiligen Organismus auswirkt. Dies kann mit der Hilfe der jeweiligen Lehrperson oder durch eine Internet-/ Buchrecherche geschehen.

## 4 Bodenproben

### 4.1 Theorie

In diesem Versuch soll es vor allem darum gehen, Mikroorganismen aus der Natur zu isolieren und deren Masse/Vorkommen abzuschätzen. Mikroorganismen sind überall in unserem Umfeld vorhanden: auf unserem Körper, in unserem Körper, auf unseren Lebensmitteln und auf Gegenständen in unserer Umgebung. Diese sollen in diesem Versuch analysiert und weiter betrachtet werden. Die vorhandenen Organismen sind jedoch stark vom untersuchten Standort abhängig. Deshalb sollte in diesem Versuch die Untersuchung verschiedener Standorte im Vordergrund stehen. Da es für normale Schulen schwer ist an gewisse Organismen zu kommen, wollen wir in diesem Versuch ein Medium nutzen, welches in jeder Schule vorhanden sein sollte. Der Fokus soll auf die Mikroorganismen der Erde gelegt werden. Es können jedoch auch andere Standorte innerhalb und außerhalb der Schule untersucht werden.

### 4.2 Material

Mikroorganismen	Abhängig von der Bodenprobe
Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bodenprobe</li></ul> <p>Medium:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• NaCl</li><li>• Hefeextrakt</li><li>• Trypton</li><li>• Deionisiertes Wasser (1000 ml)</li></ul>

### 4.3 Durchführung

1. Zu Beginn des Versuches muss ein Nährmedium für die jeweiligen Organismen hergestellt werden. Dieses sollte alle Bestandteile enthalten, die die jeweiligen Organismen zum Wachsen benötigen. Dazu werden die oben aufgeführten Medienbestandteile in den angegebenen Mengen zusammengemischt. Dies stellt ein geeignetes Nährmedium für die Organismen da.
2. Sobald das Medium hergestellt wurde, kann mit der weiteren Vorbereitung des Versuches begonnen werden.
3. Zum Erstellen der Probe reicht es aus, wenn mit einem Zahnstocher/einem Wattestäbchen ein wenig durch die Erde gegangen und etwas Bodenmaterial aufgenommen wird. Dies kann mit der gleichen Vorgehensweise an anderen Standorten angewandt werden.
4. Dieses Wattestäbchen/ Dieser Zahnstocher kann in das vorher erstellte Medium geworfen werden. Dabei ist es wichtig, dass der Teil des Stäbchens in das Medium reicht, mit dem man die Bodenprobe aufgenommen hat.

5. Das Medium, mit der darin enthaltenen Probe, sollte bei 37°C für mind. 12h inkubiert werden

#### 4.4 Mögliche Auswertung

Die Auswertung in diesem Versuchsteil ist abhängig von dem Ort der Probenentnahme und dem Wachstum der Organismen. Durch das vorher erstellte Medium bietet man vielen Organismen, durch die enthaltene Nährstoffe, eine ideale Nährquelle an. Da man in diesem Versuchsteil mit einem sogenannten Flüssigmedium arbeitet, kann man die Organismen, im Gegensatz zu Platten, nicht an den einzelnen Kolonien unterscheiden. Jedoch kann man anhand der Farbveränderung des Mediums auf das Wachstum der Organismen schließen. So kann bei einem erfolgreichen Wachstum der Organismen eine Trübung festgestellt werden. Dies ist an der Farbveränderung des Mediums erkennbar. Darüber hinaus kann bei verschiedenen Organismen anhand der Verteilung der Trübung etwas über die Wachstumsbedingungen ausgesagt werden. So kann ausgesagt werden, dass eine Trübung ausschließlich im oberen Bereich der Kultur auf einen aeroben Organismus schließen lässt. Diese Organismen benötigen Sauerstoff, welcher vornehmlich im oberen Teil des Mediums zu finden ist. Eine erhöhte Konzentration kann an der Phasengrenze zwischen fest und flüssig vorgefunden werden. Darüber hinaus gibt es anaerobe Organismen. Diese wachsen unter Sauerstoffausschluss und befinden sich eher im unteren Teil des Mediums. Dort ist Sauerstoff so gut wie gar nicht mehr vorhanden. Darüber hinaus gibt es noch fakultativ aerobe Organismen. Diese Organismen sind im ganzen Medium zu finden. Dies hat den Grund, dass sie unter Sauerstoffatmosphäre wachsen können, aber auch ohne Sauerstoff ein Wachstum stattfinden kann. In diesem Fall wäre die Trübung im ganzen Flüssigmedium verteilt. Dies ist ein charakteristischer Unterschied zu anderen Wachstumsformen.



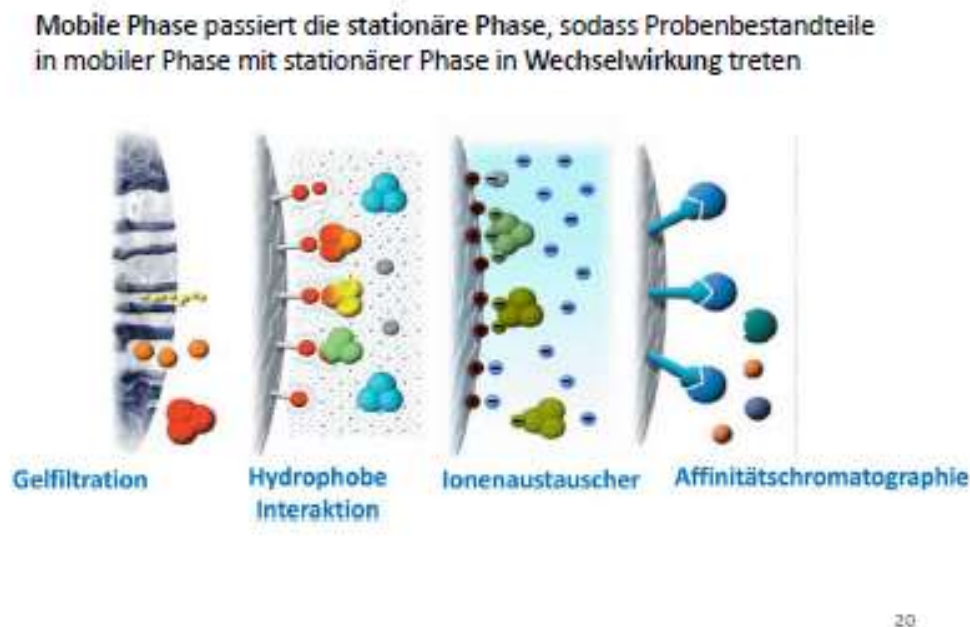


**Abbildung 6:** 2 verschiedene Flüssigkulturen von *Pseudomonas fluorescens* und *Escherichia coli*

## 5 Kreidechromatographie

### 5.1 Theorie

In diesem Versuch soll die Technik der Chromatographie dargestellt und näher untersucht werden. Diese Technik ist in vielen naturwissenschaftlichen Forschungsgebieten weit verbreitet und für die Arbeit im Labor entscheidend. Bei der Chromatographie handelt es sich primär um die Auftrennung eines Stoffgemisches durch eine unterschiedliche Verteilung der Probeninhaltsstoffe. Dabei basiert das Trennungsprinzip auf einer stationären und einer mobilen Phase. Die stationäre Phase ist die Säule, welche je nach Probenart weiter modifiziert werden kann (Ladungstrennung, Ligandentrennung, Größentrennung). Die mobile Phase enthält die zu trennenden Bestandteile und passiert im Trennungsverlauf die stationäre Phase. Dabei kann durch die Verwendung spezifische Materialien eine spezifische Auftrennung erreicht werden. Diese Technik wird vor allem in der Biochemie, der Biotechnologie, der Mikrobiologie und der Chemie angewendet.



**Abbildung 7:** Verschiedene Arten der Chromatographie (Quelle: Enzymtechnologievorlesung von Alan Mertens (RWTH) aus dem Jahr 2015)

Die hier aufgeführten Trennmethoden werden in vielen Naturwissenschaften verwendet. Dabei handelt es sich bei der Gelfiltration um eine Trennung nach der Größe der Probenbestandteile. Die stationäre Phase besteht aus porösem Gelmaterial mit unterschiedlich großen Zwischenräumen. Je nach Größe der Proben, können die Bestandteile in das poröse Material eintreten oder nicht. Kleine Bestandteile können in hohem Maß in die Poren eintreten, bei großen Probenbestandteilen findet dies jedoch deutlich weniger statt. Dies bedeutet, dass bei dieser Auftrennung zuerst die großen Probenbestandteile erhalten werden und dann die kleinen. Dies liegt daran, dass die großen Bestandteile in der Säule nicht in das poröse Material eintreten und so die Säule auf direktem Weg verlassen können. Bei der hydrophoben Interaktion besteht die stationäre Phase aus hydrophobem Material. Dieses Material kann aufgrund seiner Hydrophobizität an andere hydrophobe Materialien

binden. Dies kann man sich bei der Auftrennung von Proteinen zu Nutze machen. Proteine, welcher besonders hydrophob sind, können gut an diese Säule binden. Dagegen können hydrophile Bestandteile aufgrund der Abstoßungen nicht an die Säule binden und verlassen die Säule auf direktem Weg.

Bei dem Ionenaustauscher kann eine Auftrennung anhand der Ladung erreicht werden. So kann man je nach gewünschter Auftrennung, entweder ein positiv geladenes oder ein negativ geladenes Säulenmaterial wählen. Bei einem negativen Säulenmaterial können alle größtenteils positiv geladene Proteine an die Säule binden, die negativen geladenen Proteine verlassen aufgrund der Abstoßung als erste die Säule. Bei einem positiven Säulenmaterial findet der umgekehrte Fall der Auftrennung statt. Anhand dieser Technik können Proteine sehr gut aufgetrennt und unterschieden werden.

Bei der Affinitätschromatographie nutzt man die spezifische Bindung zwischen einem Probenbestandteil und der stationären Phase aus. Diese Bindung ist nur für eine begrenzte Zahl von Proben spezifisch, weshalb die anderen Bestandteile die Säule zuerst verlassen. Dies macht man sich oft bei der spezifischen Auftrennung von Proteinen zu Nutze. Dabei ist auf dem Säulenmaterial ein Ligand immobilisiert, an dem eine begrenzte Anzahl von Proteinen spezifisch binden können.

## 5.2 Material

Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Glasschälchen,</li><li>• 2 Stück Kreide,</li><li>• Schere, Reibschale mit Pistill.</li><li>• Ethanol oder Brennspiritus,</li><li>• frisches Gras (oder grüne Blätter)</li></ul>
----------	---

## 5.3 Durchführung

- Grashalme zuerst mit einer Schere zerkleinern
- Grashalme in der Reibschale mörsern
- behandelten Pflanzenteile auf zwei Glasschälchen verteilen
- eine Probe mit Wasser
- andere mit Ethanol (bzw. Brennspiritus) übergießen
- Trockene Kreide in Schälchen stellen.

## 5.4 Mögliche Auswertung

Das erwartete Ergebnis sollte bei diesem Versuch wie folgt aussehen: Die Flüssigkeit sollte in beiden Schälchen aufsteigen. Jedoch sollte nur bei dem Schälchen mit dem Alkohol ein grüner Farbstoff mitgeführt werden. Dabei zeigt sich bei der Kreide nach einiger Zeit oberhalb der grünen Zone eine gelbliche Zone. Beim Wasser darf dies in diesem Maß nicht zu erkennen sein. Eine grüne Schicht darf darüber hinaus nicht vorhanden sein. Die Erklärung für dieses Phänomen sieht wie folgt aus:

- Grüne Pflanzenteile enthalten Chlorophyll + weitere Farbstoffe (z.B. Carotinoide)
- Carotinoide sind meist gelb/ orange.
- Mechanische Zerkleinerung führt zu einem Zellwandaufbruch. Dieser Zellwandaufbruch setzt wiederum Farbstoffe frei.
- In Wasser sind diese kaum löslich. In Alkohol sind diese dagegen gut löslich.
- Nur in der mit Alkohol versetzten Probe werden Blattfarbstoffe herausgelöst und beim Aufsteigen in der Kreide mitgeführt. Dies führt dann zur Auftrennung der Farbbestandteile.
- Gelbe Carotinoide sind etwas besser löslich und leichter → wandern deshalb weiter als Chlorophyll.
- Bei Wasser entsteht nur an der eintauchenden Stelle der Kreide ein grüner Ring, da dort keine Farbstoffe durch die Kreide mitgeführt und aufgetrennt werden können.

## 6 Bunte Tulpen

### 6.1 Theorie

Bei diesem Versuch wird eines der wichtigsten Phänomene der Natur dargestellt. In diesem Versuchsteil werden die Kapillarkräfte der Pflanze untersucht. Die Kapillarkräfte stellen ein wichtiges physikalisches Phänomen dar und sind für viele Prozesse in der Natur entscheidend. Diesen Effekt machen sich zum Beispiel Pflanzen zu Nutze. Pflanzen transportieren über ihre Stängel Nährstoffe in die Blüten und Blätter. In den dünnen Kapillaren wird das Wasser emporgesaugt wodurch ein Nährstofftransport erst ermöglicht wird. Dieses Phänomen wäre ohne die Existenz von Kapillarkräften so nicht möglich und hätte entscheidenden Einfluss für das Leben auf unserem Planeten.

### 6.2 Material

Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tulpe (weiß)</li><li>• 2 Wassergläser</li><li>• Blaue Tinte</li><li>• Schere</li><li>• Löffel</li></ul>
----------	---

### 6.3 Durchführung

1. Der Stängel der Tulpe wird mit der Schere am unteren Ende der Länge nach eingeschnitten. Dies wird gemacht, damit die Stängel in 2 unterschiedliche Gläser gestellt werden können.
2. Beide Gläser werden mit Wasser gefüllt. In eines der Gläser gibt man zur Färbung einige Tropfen Tinte hinzu. Danach rührt sorgfältig um, um eine Verteilung des Farbstoffes der Tinte zu erreichen.
3. Das andere Glas bleibt unbehandelt. Es wird nur Wasser hineingefüllt und keine Tinte hinzugegeben.
4. Daraufhin erfolgt die Präparation der Proben. Die Tulpe wird so platziert, dass einer der Stängel in das unbehandelte Wasser eintaucht, der andere Stängel taucht in die Tintenlösung.
5. Dieser Versuch nimmt im Vergleich zu anderen Versuchen mehr Zeit in Anspruch und kann am nächsten Tag besonders gut betrachtet werden.

## 6.4 Mögliche Auswertung

Die Erklärung für dieses Phänomen liegt in den sogenannten Kapillarkräften. In den dünnen Kapillaren der Pflanze wird das Wasser und damit auch die darin enthaltene Tintenlösung aufgesaugt. Als Kapillarkraft wird dabei die physikalische Kraft bezeichnet, welche dafür verantwortlich ist, dass eine Flüssigkeit in einer Glaskapillare gegen die Schwerkraft nach oben steigen kann. Dieser Prozess ist für viele Transportprozesse in der Natur wichtig und beruht auf der Oberflächenspannung der zu transportierenden Flüssigkeit. Darüber hinaus hat die Grenzflächenaktivierung zwischen Flüssigkeit und der dabei verwendeten Kapillare entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung dieser Kraft. Trotz der Einfachheit dieses Versuches, kann es als Einstieg in dieses komplexe Thema dienen und den Schülern eindrucksvoll die Wirkungsweise der Kapillarkraft verdeutlichen.

## 7 Heuaufguss (in manchen Schulen verboten)

Zu Beginn dieses Versuches sei erwähnt, dass der Heuaufguss nicht mehr an allen Schulen in Deutschland erlaubt ist. Bitte informieren Sie sich vor der Durchführung des Versuches, ob dies an Ihrer Schule der Fall ist. Falls das nicht so ist wünschen wir auch bei diesem Versuch viel Spaß und viel Erfolg beim Experimentieren. Dabei empfehlen wir trotzdem, diesen Versuch im Freien durchzuführen und bei der Durchführung des Versuches auf die hygienischen Bedingungen zu achten.

### 7.1 Theorie

Mikroorganismen kann man an vielen verschiedenen Orten in unserer Umgebung finden. Selbst auf uns Menschen kann man verschiedene Arten von Mikroorganismen nachweisen. Diese sind dabei in den meisten Fällen positiv für die Entwicklung und den Gesundheitszustand des Menschen. Ohne den Einfluss der Mikroorganismen würde es uns in vielen Fällen schlechter gehen und viele Funktionen unseres Körpers könnten nicht in dem bekannten Maß stattfinden. Ein anderes Beispiel sind abgestorbene Pflanzenteile. Dort lässt sich eine Vielzahl von Mikroorganismen vorfinden. Einige von ihnen haben aufgrund von Wassermangel ein Dauerstadium ausgebildet. Dieses erlaubt es ihnen, unter wasserarmen und warmen Bedingungen weiter zu überleben. Wenn diese Organismen nun in Kontakt mit Wasser kommen, kehren sie in den „normalen“ aktiven Wachstums- und Vermehrungszustand zurück. Die Vielfalt der Organismen und die zeitliche veränderte Zusammensetzung soll mit diesem Versuch beschrieben und weiter analysiert werden. Ein besonderer Fokus liegt in diesem Versuchsteil auf den einzelligen Organismen und deren Nachweis.

### 7.2 Material

Mikroorganismen	Abhängig von der Qualität des Heuaufgusses
Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• Heu</li><li>• Regen ( Tümpelwasser)</li><li>• Becherglas (1 Liter)</li><li>• Folie/ Glasdeckel</li><li>• Deckgläschen</li><li>• 4 Saugpipetten</li><li>• Objektträger</li><li>• Mikroskop</li><li>• Bestimmungsliteratur</li></ul>

#### Zeitlicher Rahmen des Projektes:

2 Wochen Probenbeobachtung

Versuchsdurchführung: 15 Minuten

Auswertung: 45 min alle 7 Tage

### 7.3 Durchführung

In das Becherglas wird ein wenig Heu gegeben, welches mit Wasser übergossen und gut durchmischt wird. Daraufhin einen Glasdeckel oder eine passende Folie einsetzen, um das Gefäß zu verschließen. Dies ist besonders wichtig um die Wasserverdunstung während der Versuchsdurchführung zu minimieren. Das Glas an einen warmen Ort platzieren. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Probe nicht an einem zu sonnigen Ort platziert wird. Gleichzeitig sollte er aber nicht zu kalt sein, um das Wachstum von Mikroorganismen zu ermöglichen. Dabei ist ein Temperaturoptimum zwischen 20 & 25°C optimal für diesen Versuchsteil. An dem ausgewählten Ort sollte die Probe für einige Tage ohne weitere Präparationen stehen gelassen werden. Nach diesem Zeitraum kann mit der Probennahme begonnen werden. Dazu wird mit einer Pipette an folgenden Orten eine Probe genommen:

- Von der Oberfläche
- Dicht unter der Oberfläche
- Von der Mitte des Gefäßes
- Vom Boden des Aufgusses

Von den Proben werden Präparate erstellt und diese dann unter dem Mikroskop im Hinblick auf die vorhandenen Organismen untersucht. Zu diesem Zweck können auch Zeichnungen der Organismen angefertigt werden.

### 7.4 Mögliche Auswertung

Bei der Auswertung dieses Versuches kann man sich vor allem auf die gefundenen Organismen und deren Vielfalt konzentrieren. Dazu können die gefundenen Organismen, auch mit Hilfe der Abbildungen, mit anderen Organismen und Abbildungen in der Fachliteratur verglichen werden. Im Rahmen dieses Vergleiches kann auch eine Artenbestimmung in Zusammenarbeit mit der jeweiligen Lehrperson durchgeführt werden. Darüber hinaus können wie bereits erwähnt, Zeichnungen von den verschiedenen Organismen erstellt werden und innerhalb der Klasse verglichen werden. Dabei kann es sich ebenfalls anbieten die vorgefundenen Mikroorganismen in deren systematischen Gruppen einzuordnen. Typische Organismen sind zum Beispiel *Bacillus Subtilis*, Amöben, Pantoffeltierchen und *Euglena*. Diese Organismen sind jedoch nicht nur auf Heu zu finden, sondern können auch an vielen anderen Stellen in unserer Umgebung identifiziert werden. Darüber hinaus können auch die verschiedenen Wachstumsformen und deren Eigenschaften bestimmt werden. In Abhängigkeit von dem Ort der Probenentnahme, können oft andere Arten von Mikroorganismen vorgefunden werden. Dies hängt oft mit charakteristischen Wachstumsfaktoren an dem jeweiligen Ort zusammen, welche für den Organismus an einer Stelle vorteilhaft sind und an anderer Stelle eher nachteilig. Diese Faktoren können im Rahmen der Analyse ebenfalls untersucht und näher betrachtet werden.





## 8 Flaschengarten

### 8.1 Theorie

An vielen Schulen ist die „Ökologie“ das bedeutendste Themengebiet im Biologie-Unterricht. Als Ökologie bezeichnet man die Wissenschaft, die sich mit den Wechselbeziehungen befasst, die die Verbreitung und das Vorkommen der Organismen in der Natur bestimmen.. Dabei spielen das Biotop als Lebensraum und die Biozönose als Lebensgemeinschaft eine entscheidende Rolle. Diese beiden Faktoren bestimmen insgesamt die Zusammensetzung eines Ökosystems und stellen wichtige Untersuchungsaspekte der Ökologie dar. Zum Einstieg in dieses spannende Thema bietet sich das folgende Experiment an. Die Dauer des Versuches kann dabei in den meisten Fällen über die ganze Unterrichtseinheit vollzogen werden. Der Flaschengarten wächst bei richtiger Herstellung über Monate ohne Gießen und entwickelt sich zu einem eigenständigen Ökosystem.

### 8.2 Material

Organismen	Abhängig von der Erstellung des Flaschengarten
Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• Großes Einmachglas / Flasche mit breitem Hals</li><li>• Grobkörniger Kies</li><li>• Holz in zerkleinerter Form</li><li>• Eine möglichst lang wachsende Pflanze</li><li>• Blumenerde</li><li>• Wasser</li><li>• Folie/ Haushaltsgummi, Glasdeckel, Korken zum Verschließen</li><li>• Tiere wie Schnecken, Asseln, Regenwürmer,</li><li>• Gabel/ Löffeln zum Pflanzen</li></ul>

### 8.3 Durchführung

1. Den Boden des Gefäßes mit einer bis zu 2,5 cm hohen Schicht Kies bedecken
2. Holzkohle mit einem Hammer zerkleinern und den Kies dünn mit einer Schicht aus Kohle bedecken
3. Bei diesem Schritt kann ein Erdgemisch zu gleichen Teilen aus Gartenkompost, Torf und Sand zusammengestellt werden. Alternativ kann auch handelsübliche Erde verwendet werden. Diese kann auch bereits einige Organismen wie Asseln und Schnecken enthalten.
4. Man gibt 2-4 cm Erde in die Flasche. Damit bedeckt man die vorher erstellten Schichten aus Kies und Kohle möglichst vollständig.

5. Ausgewählte Pflanze soll nun in die Erde gesetzt werden. Dazu wird zunächst ein kleines Loch mit einem verlängerten Besteck ausgehoben. In dieses Loch setzt man daraufhin den Setzling. Danach wird das Loch mit Erde wieder verschlossen und die Erde um die Pflanze etwas festgedrückt
6. Nun wird so viel Wasser in den Flaschengarten gefüllt, sodass die Erde gerade feucht wird. Bei zu wenig Wasser sollte nach gewisser Zeit eine erneute Bewässerung der Pflanze durchgeführt werden.
7. Verschließen der Flasche nach einer Woche. Diese kann für längere Zeit verschlossen stehen gelassen werden. Dabei sollte die Flasche aufgrund von auftretender Photosynthese nicht im Dunkeln aufbewahrt werden

## 8.4 Mögliche Auswertung

Der Flaschengarten kann bereits nach einiger Zeit auf seinen Erfolg, beziehungsweise Misserfolg, begutachtet werden. Wenn der Flaschengarten nach einiger Zeit immer noch in seiner ursprünglichen Ausprägung besteht, kann man diesen nun als eigenständiges Ökosystem betrachten. Falls sich die Form und das Aussehen in größerem Maß verändert haben, kann man von einem Misserfolg bei diesem Versuchsteil sprechen. In den meisten Fällen können aber viele verschiedene Aspekte des Ökosystems erfasst werden. Dies soll an diesem einfachen Beispiel erfasst werden.

### Ökologische Erkenntnis:

Pflanze stellt organisches Material mittels der Photosynthese her



Moostiere verbrauchen einen Teil dieses Materials

Abgestorbenes Material von Bakterien zersetzt



Mineralstoffe für Pflanzen,  
Entstehung O<sub>2</sub>



Wird in der Atmung verbraucht und es entsteht CO<sub>2</sub>



Photosynthese sorgt wieder für die Entstehung von O<sub>2</sub>

## 9 Denaturierung

### 9.1 Theorie

In diesem Versuch wird die Denaturierung genauer untersucht. Bei der Denaturierung findet eine strukturelle Veränderung von Molekülen und Substanzen statt. Dies betrifft oftmals auch natürliche Moleküle wie Proteine oder DNA. In den meisten Fällen führt dies zu einem Verlust der biologischen Funktion, beziehungsweise zur Inaktivierung der betrachteten Biomoleküle. Dabei ist jedoch festzuhalten, dass in den aller meisten Fällen die Primärstruktur unverändert bleibt. Eine Denaturierung kann aufgrund von chemischen und physikalischen (z.B. Hitze) Einflüssen geschehen. Chemische Einflüsse wären Einflüsse wie saure und basische Bedingungen.

### 9.2 Material

Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Bechergläser (200ml)</li><li>• Glasstab</li><li>• 6 Reagenzgläser</li><li>• Reagenzglashalter</li><li>• Bunsenbrenner</li><li>• 4 Tropfpipetten</li><li>• Messpipette (5 ml)</li><li>• Kittel und Schutzbrille</li><li>• Eiweißlösung (hergestellt aus dem Eiklar eines Hühnereies)</li><li>• Salzsäure (5 M)</li><li>• Kupfersulfatlösung (w=2%)</li><li>• Ethanol</li><li>• Ammoniumsulfat- Lösung</li><li>• Destilliertes Wasser</li></ul>
----------	---

### 9.3 Durchführung

Zunächst wird die Eiweißlösung hergestellt. Dazu wird zunächst das Eiklar vom Eigelb getrennt und das Eiklar daraufhin mit 100 ml destilliertem Wasser aufgefüllt. Die so hergestellte Lösung muss gut gemischt werden. Dazu bietet es sich gegebenenfalls an die Lösung durch Umrühren weiter zu mischen. Man gibt nun in jedes der bereitgestellten Reagenzgläser 4ml Eiweißlösung. In diesem Versuch werden 6 verschiedene Reagenzgläser betrachtet und damit 6 verschiedene Probenansätze durchgeführt. Diese werden im Laufe des Versuches unterschiedlich behandelt.

- RG1: Erhitze die Eiweißlösung über der Bunsenbrennerflamme
- RG2: Versetze die Eiweißlösung mit einigen Tropfen Kupfersulfatlösung

- RG3: Vernetze die Eiweißlösung mit etwas Salzsäure (mehrere Tropfen)
- RG4: Vernetze die Eiweißlösung mit gesättigter Ammoniumsulfatlösung (mehrere Tropfen)
- RG5: Vernetze die Eiweißlösung mit etwas Ethanol
- RG6: Vernetze die Eiweißlösung mit nichts. Dies dient als negativ Kontrolle

Zu den Mengen der verwendeten Lösungen können leider keine genaueren Angaben gemacht werden, da diese sehr stark von der Eiweißlösung und anderen Versuchsbedingungen abhängig sind. Geben Sie nun zu jedem Reagenzglas ein wenig destilliertes Wasser. Das destillierte Wasser soll genutzt werden, um zu testen bei welchen Reagenzgläsern die Denaturierung rückgängig gemacht werden kann. Falls bei den Versuchen 1-5 nichts ausgefallen sein sollte, so gibt man mehr Tropfen der jeweils verwendeten Flüssigkeit hinzu.

## 9.4 Mögliche Auswertung

Erwartete Ergebnisse:

1. RG1: Es bildet sich ein Niederschlag, welcher nicht rückgängig gemacht werden kann
2. RG2: Es bildet sich ein Niederschlag, welcher nicht rückgängig gemacht werden kann
3. RG3: Es bildet sich ein Niederschlag, welcher nicht rückgängig gemacht werden kann
4. RG4: Es bildet sich ein Niederschlag, welcher rückgängig gemacht werden kann
5. RG5: Es bildet sich ein Niederschlag, welcher nicht rückgängig gemacht werden kann

Damit könnte man einige Einflüsse nachweisen, welche zu einer Denaturierung von Proteinen führen können. Diese Aussage kann getroffen werden, denn die Eiweißlösung besteht zum größten Teil aus Proteinen.. So kann ein Eiweiß durch die Einflüsse der Wärme, des pH-Wertes, der Schwermetalle und des Alkohols ausfallen. Einige dieser Bestandteile wurden in diesem Versuch ebenfalls untersucht (s.o). Diese Denaturierung kann in den meisten Fällen auch nicht durch den Einfluss von Wasser, und damit durch eine Verdünnung, rückgängig gemacht werden. Nur schwache Einflüsse, wie die Zugabe von Salzen wie Ammoniumsulfat, können renaturiert werden. Dies hängt aber immer von dem individuellen Faktor und seinem Einfluss auf das Protein ab. Deshalb kann man auch sagen, dass es nicht bei allen verwendeten Salzen und bei allen verwendeten Konzentrationen zu einer Rückfaltung kommen würde. Anders herum kann auch ausgesagt werden, dass nicht jeder verwendete Stoff in diesem Versuch zwangsläufig zu einer Denaturierung führt. Dies hängt auch von anderen Faktoren wie der Konzentration des Stoffes, der verwendeten Menge und dem jeweils verwendeten Protein ab.

## 10 Eierschale

### 10.1 Theorie

Der Hintergrund bei diesem Versuch liegt bei den Eigenschaften des Eis und seiner Schale. Die Schale des Hühnereis ist weniger als ein Millimeter dick. Das genügt um das darin enthaltene Küken in vielen Fällen zu schützen. Gleichzeitig enthält es viele kleine Poren, die ausreichen um Sauerstoff ins Ei zu transportieren. Die Eierschale ist dabei komplett aus Calciumcarbonat aufgebaut. Dieses wird im herkömmlichen Sprachgebrauch auch als Kalk bezeichnet. An der Innenseite der Schale befindet sich eine dünne Haut, welche aus Eiweiß aufgebaut ist. Diese Haut kann ebenfalls beobachtet werden, wenn man ein hart gekochtes Ei schält.

### 10.2 Material

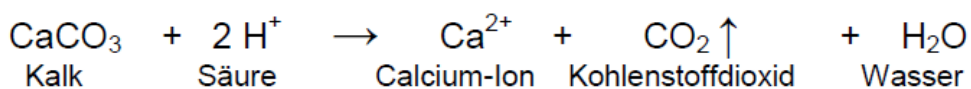
Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ei</li><li>• Becherglas</li><li>• Essigessenz/ Essig</li></ul>
----------	--

### 10.3 Durchführung

1. Das Ei vorsichtig in das Becherglas legen
2. Dann übergießt man das Ei mit dem Essig/ der Essigessenz
3. Daraufhin lässt man das Ei einige Zeit stehen (je nach Stärke des Essigs kann dies einige Minuten/ Stunden in Anspruch nehmen)
4. Das Ei kann dann vorsichtig aus dem Becherglas herausgeholt werden: Bitte verwenden Sie dafür einen Löffel oder ein anderes Hilfsmittel. Greifen Sie nicht mit der Hand in die Essigessenz. Dies kann zu ernsthaften und schmerzhaften Verletzungen führen. Bei weiteren Fragen, wenden Sie sich bitte an die unten aufgeführte Kontaktadresse des iGEM Teams Aachen.

### 10.4 Mögliche Auswertung

Reaktionsgleichung:



**Abbildung 8:** Darstellung der Reaktionsgleichung der bei diesem Versuch stattfindenden Reaktion

Durch die Säure reagiert das Carbonat (=Kalk) zu Wasser und Kohlenstoffdioxid, welches infolge des Sprudeln entweicht. Im Mineralwasser kann das Kohlenstoffdioxid ebenfalls in

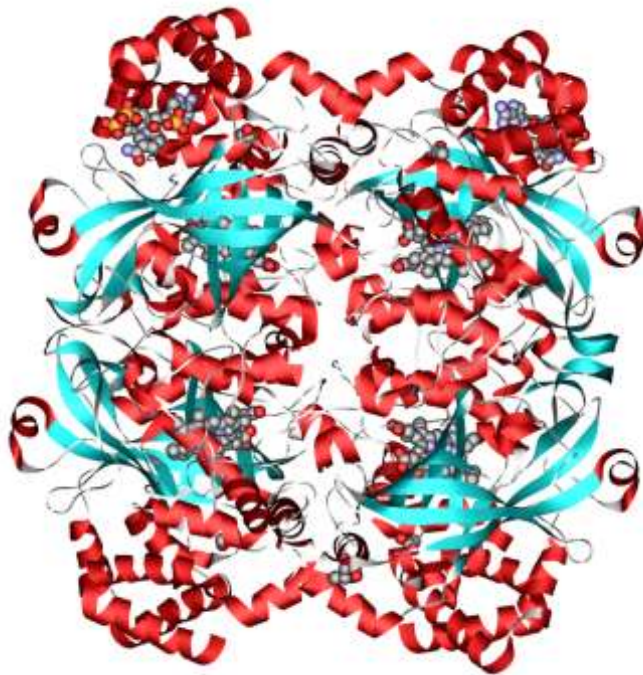
Form von kleinen Bläschen entweichen. Durch die obige Reaktion löst sich die Schale des Eis auf, da diese hauptsächlich aus Carbonat besteht. Der andere Punkt der Analyse bezieht sich darauf, dass selbst ein rohes Ei nicht auseinander fällt. Dieses wird durch eine innere Haut verhindert, welche vorher noch an der Kalkschale anlag. Dies beweist erneut, welchen starken Einfluss Proteine bei der Struktur und Stabilisierung haben können. Die umgebende Haut bestand aus Eiweißen und ist daher für den Zusammenhalt des Eis verantwortlich. Diese Stabilität und andere Eigenschaften von Proteinen, können auch auf anderen Themengebiete übertragen werden

## 11 Eigenschaften der Katalase in Abhängigkeit vom pH-Wert

### 11.1 Theorie

Viele Enzyme sind an ihre spezifische Umgebung angepasst. Dies gilt sowohl für den Faktor der Temperatur, als auch für den pH Wert und den Einfluss von Lösungsmitteln. So sind Enzyme im Magen durch ihre Struktur perfekt an die sauren Bedingungen angepasst. Enzyme aus anderen Regionen des Körpers kämen mit diesen Bedingungen jedoch nicht ganz so gut zurecht. Dies hängt zum einen von der Aminosäuresequenz des Proteins ab, und zum anderen von der räumlichen Struktur, welche sie dadurch annimmt. Dabei sei in diesem Zusammenhang nochmal betont, dass die Aminosäuresequenz direkten Einfluss auf die räumliche Struktur hat. Jedoch spielen auch anderen Faktoren wie die Temperatur, Cofaktoren oder andere chemische Substanzen eine entscheidende Rolle. Dies soll in diesem Versuch auf das Enzym Katalase übertragen und untersucht werden. Katalase ist ein Enzym, das Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff umsetzt. Wasserstoffperoxid entsteht beim Abbau von Hyperoxiden und ist ein Nebenprodukt vieler anderer Abbaureaktionen, zum Beispiel im Körper und in vielen Zellen. In diesem Versuch arbeiten wir mit Trockenhefe. Diese enthält Katalase. Das Enzym kommt aber nicht nur in der Hefe vor, sondern ist in fast allen höheren Organismen vertreten.

**Vorsicht: Wasserstoffperoxid ist ätzend! Bei Hautkontakt sofort mit Wasser spülen.**



**Abbildung 9** Darstellung der räumlichen Struktur einer Katalase durch die pdb- Strukturdatenbank



## 11.2 Material

Mikroorganismus	Trockenhefe
Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 Reagenzgläser</li><li>• Reagenzglasständer</li><li>• Spatel</li><li>• Trockenhefe</li><li>• Verd. Salzsäure</li><li>• Verd. Natronlauge</li><li>• Wasserstoffperoxid-Lösung (w=10%)</li><li>• Indikatorpapier</li></ul>

## 11.3 Durchführung

1. Schutzbrille verwenden, 3 Reagenzgläser präparieren und je eine Spatelspitze Trockenhefe in das Reagenzglas geben
2. Reagenzglas Nr.1 mit 2 ml verdünnter Salzsäure versetzen, vorsichtig durchmischen und etwa 5min lang einwirken lassen. Verwenden Sie für das Durchmischen bitte einen dafür geeigneten Spatel oder andere dafür zugelassene Hilfsmittel. Dies gilt auch für die folgenden Versuchsvorbereitungen.
3. Reagenzglas Nr.2 mit 2ml verdünnter Natronlauge versetzen, vorsichtig durchmischen und etwa 5min lang einwirken lassen.
4. Reagenzglas Nr.3 mit 2ml Leitungswasser versetzen, vorsichtig durchmischen und etwa 5min lang einwirken lassen.
5. Zwischendurch pH- Wert Prüfung von Salzsäure, Natronlauge und Leitungswasser durchführen. Dazu kann das sogenannte PH-Papier verwendet werden. Damit lässt sich der PH Wert anhand einer Farbreaktion in einen bestimmten Bereich einordnen.
6. Jedem Reagenzglas werden nun je 1 mL Wasserstoffperoxid-Lösung zugefügt.

## 11.4 Mögliche Auswertung

Viele Enzyme sind an ihre spezifische Umgebung angepasst. Dies kann auch anhand der Ergebnisse des Versuches beobachtet werden. Diese Anpassung wird sowohl durch die Aminosäuresequenz, als auch durch die räumliche Struktur gewährleistet.

Probe 1: pH 1, keine Änderung

Probe 2: pH 11, schwache Entwicklung von Gas

Probe 3: pH 7, starke Gasentwicklung, leichte Erwärmung

Der pH Wert hat einen entscheidenden Einfluss auf die Aktivität des Enzyms. Bei zu alkalischem und zu saurem pH- Wert wird die Tertiärstruktur des Enzyms verändert. Die Tertiärstruktur ist jedoch für die Aktivität des Enzyms entscheidend. Falls diese Struktur nicht mit der nativen Struktur übereinstimmt, kommt es zu einer Funktionsstörung des jeweiligen Proteins. Die Katalase hat ein pH- Optimum von 6,2 – 6,9, also im leicht sauren Milieu. Dies ist auch der Grund, warum die stärkste Gasentwicklung bei dem Zusatz von Wasser zu beobachten ist. Der pH-Wert hat durch die Anwesenheit, beziehungsweise die Abwesenheit von H plus Ionen entscheidenden Einfluss auf die Struktur. Diese H Ionen tragen ebenfalls zur Bildung der Tertiärstruktur bei und können auch die Struktur bereits vorhandener Aminosäuren beeinflussen.

## 12 Eigenschaften der Amylase in Abhängigkeit von der Temperatur

### 12.1 Theorie

Viele Enzyme sind an ihre spezifische Umgebung angepasst. Dies gilt sowohl für den Faktor der Temperatur, als auch für den pH Wert. So sind die Enzyme durch ihre Struktur perfekt an die Temperaturen im Körper angepasst. Enzyme aus anderen Regionen und anderen Organismen kämen mit diesen Bedingungen jedoch nicht ganz so gut zurecht. Dies hängt zum einen von der Aminosäuresequenz des Proteins ab, zum anderen von der räumlichen Struktur, welche sie durch die jeweiligen Bedingungen annehmen kann. Dabei stehen die Aminosäuresequenz und die Struktur in direktem Zusammenhang. Dies soll in diesem Versuch auf das Enzym Amylase übertragen und untersucht werden. In diesem Versuch soll das Temperaturoptimum der Amylase ermittelt werden.

### 12.2 Material

Material	<ul style="list-style-type: none"><li>• Iod-Kaliumiodid-Lösung (Lugolsche Lösung)</li><li>• Stärke</li><li>• Speichel</li><li>• Reagenzgläser</li><li>• Heizplatte</li><li>• Thermometer</li><li>• Eis/Kühlschrank</li></ul>
----------	--

### 12.3 Durchführung

1. In jedes der Reagenzgläser wird eine gewisse Menge Stärke gegeben (0,1g)
2. Daraufhin wird die gleiche Menge Speichel (3ml) zu der Stärke hinzugegeben. Dies wird zu einer Lösung vermischt.
3. Die vorbereitete Lösung wird bei unterschiedlichen Temperaturen für eine Zeit von 5 Minuten inkubiert.
4. Dabei können Temperaturen von 0-100 °C ausgetestet werden
5. Nach der Inkubationszeit wird die Probe auf Eis gekühlt, um eventuell noch vorhandene Aktivitäten des Enzyms zu stoppen.
6. Dann erfolgt die Zugabe von Iod-Kaliumiodid-Lösung um die Anwesenheit von Stärke zu testen. Sollte noch Stärke vorhanden sein, führt dies zu einer violetten Verfärbung der Lösung.
7. Die Genauigkeit des Versuches ist abhängig von der Wahl der Temperaturstufen.

## 12.4 Mögliche Auswertung

Sehr niedrige und sehr hohe Inkubationstemperaturen verhindern den Stärkeabbau. Ein Stärke-Speichelgemisch bei 100 °C und bei 0°C ergeben einen positiven Nachweis für Stärke durch die Lugolsche Lösung. Dies wird durch eine intensive Blaufärbung (Violett) sichtbar. Bei einer Probe um 37°C fällt der Nachweis negativ aus. **Der Stärkeabbau erfolgt optimal bei Körpertemperatur.** Bei ausreichend Zeit kann in einer Messreihe bei Temperaturschritten von 2–5 °C das Optimum genauer eingeordnet werden. Bei Temperaturen um 100°C denaturiert die Proteinstruktur und wird dabei geschädigt. Stärke kann nicht mehr abgebaut werden. Die Kühlschrankprobe kann auf Körpertemperatur erwärmt werden, wodurch das Enzym wieder aktiv wird. Bei Temperaturen um den Gefrierpunkt ist das Enzym nicht aktiv, da die für die Aktivität so wichtigen Bewegungen bei dieser Temperatur nicht durchgeführt werden können. Die thermischen Bedingungen stimmen also nicht mit denen des nativen Enzyms überein. Dadurch kann die Stärke auch nicht abgebaut werden, was wiederum den positiven Stärkenachweis erklären dürfte.

## 13 Anhang

### 13.1 Sicherheitsaspekte:

In unserem Experimente Buch sind sehr viele Experimente enthalten, welche den Schülern die Biologie und die Mikrobiologie näher bringen sollen. Jedoch wollten wir uns in diesem Buch nicht nur mit der Wissenschaft an sich auseinander setzen, sondern auch die Sicherheitsaspekte betonen und verdeutlichen. Dies liegt uns besonders am Herzen, weil die Experimente mit Kindern und Schülern durchgeführt werden sollen, weshalb dort besondere Vorsicht gelten muss. Deshalb haben wir uns entschieden zu den Versuchen eine Liste mit allen sicherheitsrelevanten Informationen zusammenzustellen. Diese Liste enthält alle verwendeten Organismen (soweit diese bekannt sind) und alle verwendeten Substanzen.

#### Organismen:

Organismus	Eigenschaften
Escherichia coli	Hierbei handelt es sich bei einer weiteren Gruppe um Laborstämme wie E. coli K12 und E. coli B, die über keine spezifischen Pathogenitätsmerkmale verfügen. Diese werden daher als Modellorganismen in der Erforschung der bakteriellen Genetik, Physiologie und Molekularbiologie verwendet. E. coli K12 ist in die Risikogruppe 1 eingeordnet und seit langem als biologische Sicherheitsmaßnahme anerkannt.
Saccharomyces cerevisiae	Risikogruppe 1 „Biostoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit hervorrufen.“ (§ 3 Biostoffverordnung)  Dies trifft unter anderem auf biologische Arbeitsstoffe zu, die in der Lebensmittelindustrie verwendet werden, wie die Bäckerhefe <i>Saccharomyces cerevisiae</i> oder die bei der Joghurtherstellung verwendeten Bakterien <i>Lactobacillus delbrueckii</i>
Hefe (aus einem Hefepäckchen)	Risikogruppe 1 „Biostoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit hervorrufen.“ (§ 3 Biostoffverordnung)  Dies trifft unter anderem auf biologische Arbeitsstoffe zu, die in der Lebensmittelindustrie verwendet werden, wie die Bäckerhefe <i>Saccharomyces cerevisiae</i> oder die bei der Joghurtherstellung verwendeten Bakterien <i>Lactobacillus delbrueckii</i>

## Substanzen:

Substanzen	Sicherheit									
Natriumchlorid	<p>Mögliche Gefahren</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Kein gefährliches Produkt im Sinne der Richtlinie 67/548/ EWG</li></ul> <p>Erste Hilfe Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Nach Einatmen: Frischluft</li><li>Nach Hautkontakt: Mit reichlich Wasser abwaschen. Kontaminierte Kleidung entfernen</li><li>Nach Augenkontakt: Mit reichlich Wasser bei geöffnetem Lidspalt ausspülen</li><li>Nach Verschlucken: Viel Wasser trinken. Bei Unwohlsein Arzt konsultieren.</li></ul>									
Spiritus	<p>Einstufung gemäß GHS</p> <table><tr><th>Gefahrenklasse</th><th>Gefahrenklasse und -kategorie</th><th>Gefahrenhinweis</th></tr><tr><td>Entzündbare Flüssigkeiten</td><td>Flam Liq 2</td><td>H225</td></tr><tr><td>Schwere Augenschädigung/ Augenreizung</td><td>Eye Irrit. 2</td><td>H319</td></tr></table> <p>Kennzeichnungselemente:</p> <p>Signalwort: Gefahr</p> <p>Gefahrenhinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.</li><li>H319: Verursacht schwere Augenreizung</li></ul> <p>Sicherheitshinweise:</p> <p>Sicherheitshinweise- Prävention:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>P210: Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen</li><li>P233: Behälter dicht verschlossen halten</li></ul> <p>Sicherheitshinweise- Reaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>P305+ P351+ P338: Bei Kontakt mit den Augen: einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen</li></ul>	Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis	Entzündbare Flüssigkeiten	Flam Liq 2	H225	Schwere Augenschädigung/ Augenreizung	Eye Irrit. 2	H319
Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und -kategorie	Gefahrenhinweis								
Entzündbare Flüssigkeiten	Flam Liq 2	H225								
Schwere Augenschädigung/ Augenreizung	Eye Irrit. 2	H319								

	<p>Sicherheitshinweis- Lagerung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P403+ P235: An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten</li> </ul>
--	---

Chlorreiniger	<p>Signalwort: Gefahr</p> <p>Gefahrenhinweis für physikalische Gefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H270: Kann Brand verursachen oder verstärken: Oxidationsmittel</li> <li>• H280: Enthält Gas unter Druck: kann bei Erwärmung explodieren</li> </ul> <p>Gefahrenhinweis für Gesundheitsgefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H315: Verursacht Hautreizungen</li> <li>• H319: Verursacht schwere Augenreizung</li> <li>• H330: Lebensgefahr beim Einatmen</li> <li>• H335: Kann die Atemwege reizen</li> </ul> <p>Gefahrenhinweise für Umweltgefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise:</p> <p>Prävention:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P244: Ventile und Ausrüstungsteile öl- und fettfrei halten</li> <li>• P260: Gas/ Dampf nicht einatmen</li> <li>• P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden</li> <li>• P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen</li> </ul> <p>Reaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P304+ P340: Beim Einatmen: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen</li> <li>• P305+ P351+ P338: Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen</li> <li>• P315: Sofort ärztliche Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen</li> <li>• P332+ P313: Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen</li> </ul>
Hefeextrakt	<p>Einstufung des Stoffes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstufung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)</li> <li>• Dieser Stoff erfüllt nicht die Kriterien für die Einstufung gemäß der Verordnung Nr. 1272/ 2008/ EG</li> </ul> <p>Kennzeichnungselemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)</li> <li>• Nicht erforderlich</li> </ul> <p>Signalwort: Nicht erforderlich</p> <p>Sonstige Gefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor</li> </ul>



Trypton	<p>Einstufung des Stoffes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstufung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)</li> <li>• Dieser Stoff erfüllt nicht die Kriterien für die Einstufung gemäß der Verordnung Nr. 1272/ 2008/ EG</li> </ul> <p>Kennzeichnungselemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)</li> <li>• Nicht erforderlich</li> </ul> <p>Signalwort: Nicht erforderlich</p> <p>Sonstige Gefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor</li> </ul>		
Ethanol	Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und - kategorie	Gefahrenhinweise
	Entzündbare Flüssigkeiten	Flam Liq. 2	H225
	Schwere Augenschädigung/ Augenreizung	Eye Irrit. 2	H319
	<p>Kennzeichnungselemente:</p> <p>Kennzeichnung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)</p> <p>Signalwort: Gefahr</p> <p>Gefahrenhinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar</li> <li>• H319: Verursacht schwere Augenreizung</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise:</p> <p>Sicherheitshinweise- Prävention</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P210. Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen</li> <li>• P233: Behälter dicht verschlossen halten</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise- Reaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P305+P351+ P338: Bei Kontakt mit den Augen: einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.</li> </ul> <p>Sonstige Gefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor</li> </ul>		

Salzsäure	Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und - kategorie	Gefahrenhinweise
	Korrosiv gegenüber Metallen	Met. Corr. 1	H290
	Ätz/ Reizwirkung auf die Haut	Skin Corr. 1A	H314
	Spezifische Zielorgan Toxizität- einmalige Exposition (Reizung der Atemwege)	STOT SE 3	H335
	Kennzeichnungselemente		
	Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)		
	Signalwort: Gefahr		
	Gefahrenhinweise		
	<ul style="list-style-type: none"><li>• H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein</li><li>• H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden</li><li>• H335 Kann die Atemwege reizen</li></ul>		
	Sicherheitshinweise		
	Sicherheitshinweise- Prävention:		
	<ul style="list-style-type: none"><li>• P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen</li></ul>		
	Sicherheitshinweise- Reaktion:		
	<ul style="list-style-type: none"><li>• P304+P340 Beim Einatmen: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen</li><li>• P305+ P351+ P338: Bei Kontakt mit den Augen: einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen</li><li>• P310: Sofort Giftinformationszentrum/ Arzt anrufen</li></ul>		
Sonstige Gefahren:			
Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor			
Reines Kupfersulfat	Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und - kategorie	Gefahrenhinweise
	Akute Toxizität (oral)	Acute Tox.4	H302
	Ätz-/Reizwirkung auf die Haut	Skin Irrit. 2	H315
Kennzeichnungselemente			

	<p>Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)</p> <p>Signalwort: Achtung</p> <p>Gefahrenhinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H302: Gesundheitsschädlich beim Verschlucken</li> <li>• H315: Verursacht Hautreizungen</li> <li>• H319: Verursacht schwere Augenreizungen</li> <li>• H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise:</p> <p>Sicherheitshinweise- Prävention</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise- Reaktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P302+P352: Bei Berührung mit der Haut: Mit viel Wasser und Seife waschen</li> <li>• P305+ P351+ P338: Bei Kontakt mit den Augen: einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.</li> </ul> <p>Sonstige Gefahren:</p> <p>Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor</p>
Reines Ammoniumsulfat	<p>Einstufung des Stoffes oder Gemisches</p> <p>Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr 1272/ 2008 entfällt</p> <p>Einstufung gemäß der Richtlinie 67/ 548/ EWG oder Richtlinie 1999/45/EG entfällt</p> <p>Besondere Gefahrenhinweise für Mensch und Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein gefährliches Produkt im Sinne der Richtlinie 67/ 548/ EWG</li> </ul> <p>Klassifizierungssystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Produkt wird entsprechend den Kriterien der Richtlinien 67/ 548/ EWG bzw. 1994/45/ EG oder der Verordnung (EG) Nr 1272/2008 nicht als gefährlich eingestuft</li> </ul> <p>Kennzeichnungselemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 entfällt</li> <li>• Signalwörter entfällt</li> <li>• Gefahrenhinweise entfällt</li> </ul> <p>Sonstige Gefahren:</p>

	Von Chemikalien gehen grundsätzlich besondere Gefahren aus. Sie sind daher nur von entsprechend geschultem Personal mit der nötigen Sorgfalt zu handhaben.
--	--

Verd Natronlauge (25%)	Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und - kategorie	Gefahrenhinweise
	Auf Metalle korrosiv wirkende Stoffe oder Gemische	Met Corr. 1	H290
	Ätz-/ Reizwirkung auf die Haut	Skin Corr. 1A	H314
	Schwere Augenschädigung/ Augenreizung		
<p>Kennzeichnungselemente:</p> <p>Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)</p> <p>Signalwort: Gefahr</p> <p>Gefahrenhinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein</li> <li>• H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise</p> <p>Sicherheitshinweise- Prävention:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P280: Schutzhandschuhe / Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise- Reaktion:</p> <p>P303+ P361+ P353: Bei Berührung mit der Haut (oder dem Haar): alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/ duschen</p> <p>P305+ P351+ P338: Bei Kontakt mit den Augen: einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.</p> <p>P310: Sofort Giftinformationszentrum/ Arzt anrufen</p> <p>Gefährliche Bestandteile der Kennzeichnung: Natriumhydroxid</p> <p>Sonstige Gefahren:</p> <p>Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor</p>			
Wasserstoffperoxid (30%)	Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und - kategorie	Gefahrenhinweis
	Akute Toxizität	Acute Tox.4	H302
	Schwere Augenschädigungen/ Augenreizung	Eye Dam. 1	H318

	<p>Kennzeichnungselemente:</p> <p>Kennzeichnung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)</p> <p>Signalwort: Gefahr</p> <p>Gefahrenhinweis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H302: Gesundheitsschädlich beim Verschlucken</li> <li>• H318: Verursacht schwere Augenschädigungen</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise:</p> <p>Sicherheitshinweise- Prävention:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P280: Schutzhandschuhe/ Augenschutz tragen</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise- Reaktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P305+ P351+ P338: Bei Kontakt mit den Augen: einige Minuten behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.</li> <li>• P310: Sofort Giftinformationszentrum/ Arzt anrufen</li> </ul> <p>Sonstige Gefahren:</p> <p>Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor</p>		
Iod Kalium nach Lugol	Gefahrenklasse	Gefahrenklasse und - kategorie	Gefahrenhinweise
	Spezifische Zielorgan Toxizität (wiederholte Exposition)	STOT Re. 2	H 373
	<p>Kennzeichnungselemente:</p> <p>Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/ 2008 (CLP)</p> <p>Signalwort: Achtung</p> <p>Gefahrenhinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise:</p> <p>Sicherheitshinweise- Prävention:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P260: Nebel/ Dampf/ Aerosol nicht einatmen</li> </ul> <p>Sicherheitshinweise – Reaktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P314: Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen.</li> </ul>		

	Sonstige Gefahren: Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor
--	--

## 13.2 Kontakt

iGEM Aachen 2016  
[igem@rwth-aachen.de](mailto:igem@rwth-aachen.de)  
[www.igem.rwth-aachen.de](http://www.igem.rwth-aachen.de)

## 13.3 Mitglieder des Teams 2016

Carolina Bonerath  
 Vroni Czotscher  
 Alexander Deitert  
 Nicola Freyer  
 Annika Graeve  
 Andrea Höltnen  
 Carsten Ludwig  
 Svenja Meyer  
 Sujeethkumar Prithiviraj  
 Viviane Schink  
 Katja Schröder  
 Prannoy Seth  
 Niharika Singhal  
 Lea Steinbeck  
 Praveen Iyyappan Valsala  
 Zibo Wei